

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-133036

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

G02B 6/00

G02B 6/18

(21)Application number : 08-290966

(71)Applicant : ASAHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 01.11.1996

(72)Inventor : TOYOSHIMA SHINICHI

(54) MULTISTEP INDEX TYPE PLASTIC OPTICAL FIBER AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To widen a transmission band and to decrease light quantity loss by bending by making refractive indices successively lower like a quadratic distribution from the inner layers toward the outer layers of the multilayered structures of polymethyl methacrylate (PMMA) polymer layers.

SOLUTION: This optical fiber is constituted by forming ≥ 5 kinds of the PMMA polymers varying in refractive indices to the concentric multilayered structures. Since the resins varying in the refractive indices are laminated, refractive index gradients are formed stepwise in the fiber. The effect of forming the refractive index distribution is obtd. by laminating the resins of 5 stages in these gradients, i.e., ≥ 5 kinds. In such a case, the PMMA polymers to be used vary stepwise in such a manner that the refractive indices are lower like the quadratic distribution from the layers on the inner side of the fiber toward the layers on the outer layer. The polymers designed according to the respective polymer layers are supplied to a multilayer composite spinning die according to the sectional integration of the prescribed layers. Further, the outer side of the optical fiber is coated with a transparent resin.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-133036

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
G 0 2 B 6/00	3 6 6	G 0 2 B 6/00
	3 9 1	3 6 6
6/18		3 9 1
		6/18

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-290966

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 11 月 1 日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜 1 丁目 2 番 6 号

(72) 発明者 豊島 真一

千葉県袖ヶ浦市中袖 5 - 1 旭化成工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 敬介 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 マルチステップインデックス型プラスチック光ファイバ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 伝送帯域が広く、且つ曲げによる光量ロスの低減されたプラスチック光ファイバを安定して量産する方法を提供する。

【解決手段】 屈折率の異なる5種類以上のポリメチルメタクリレート系重合体をそれぞれ連続重合し、中心が最も屈折率が高くなるように多層複合紡糸ダイに供給し、成形紡糸して、段階的な屈折率分布を有する多層構造を形成し、その外側をさらに低い屈折率の鞘樹脂で被覆してプラスチック光ファイバとする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈折率が異なる5種類以上のポリメチルメタクリレート系重合体が同心円状に多層構造を形成してなる光ファイバであり、内側の層から外側の層に向かって屈折率が二次分布的に低くなることを特徴とするマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバ。

【請求項2】 上記多層構造の外側にさらに屈折率の低い透明樹脂を被覆しており、その屈折率の低下の程度が、内側の二次分布的低下よりも大きいことを特徴とする請求項1記載のマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバ。

【請求項3】 屈折率が異なる5種類以上のポリメチルメタクリレート系重合体を、それぞれ連続重合法により重合せしめ、各重合体の揮発成分を除去した後、熔融状態のまま多層複合紡糸ダイに供給し、内側の層から外側の層に向かって屈折率が二次分布的に低くなるように成形紡糸することを特徴とするマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバの製造方法。

【請求項4】 前記ポリメチルメタクリレート系重合体に加えてさらに屈折率の低い透明樹脂を重合せしめ、該透明樹脂層が最外層になるように成形紡糸することを特徴とする請求項3記載のマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、グレーディッドインデックス(GI)型プラスチック光ファイバに準ずる、広帯域を有する多段階状屈折率分布を有するマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバ及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】GI型光ファイバは、ファイバの中心の屈折率が最も高く、外側にゆくと従って屈折率が二次分布的に低くなるように形成された光ファイバのことであり、伝送帯域の広いことが特長である。このGI型光ファイバとしてプラスチック製のものが昭和40年代から多数提案されているが、中でも優れたものとしては、慶応大学の大塚、小池らの開発によるものがある。

【0003】これらのGI型プラスチック光ファイバは、主としてブリフォーム方式で製造される。この方式は、予め屈折率分布を持たせたブリフォームロッドと呼ばれる棒を重合によって形成し、それを熱で伸ばしてファイバとするものである。重合体としては主としてポリメチルメタクリレート(PMMA)系重合体が用いられている。ブリフォームロッドに屈折率分布を持たせるには、主としてメチルメタクリレートモノマーと高屈折率の重合性モノマー或いは非重合性化合物を静置、或いは回転させ、細心の注意を払いながら長時間かけて重合固化させて製造している。このブリフォームロッドの出来具合が、GI型光ファイバの伝送損失や帯域などの重要

な性能を決定する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のGI型プラスチック光ファイバの問題点は生産性に劣る点にある。プラスチック光ファイバの特長は大口径で扱い易いことであるが、この特長が有効な0.5~1.0mm程度の直径の光ファイバを上記したブリフォーム方式で製造すると、ファイバ長の短いものしか得られない。即ち、前記した通り、ブリフォームロッドは重合過程の分子の拡散状態を利用して屈折率分布を形成したものであるから、形成し得るロッドの大きさには限界がある。従って、工業的に安定した品質のものを量産し、しかも経済的に生産することが困難であった。

【0005】また、従来のGI型プラスチック光ファイバは、屈折率分析がせまいために、ファイバを曲げた時の光量ロスが大きいという問題も有った。

【0006】本発明の目的は、上記ブリフォーム方式に代わり、量産が可能な伝送帯域の広いプラスチック光ファイバ及びその連続製造方法を提供することにある。

【0007】また、本発明の目的は、曲げによる光量ロスの小さいプラスチック光ファイバを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1は、屈折率が異なる5種類以上のポリメチルメタクリレート系重合体層が同心円状に多層構造を形成してなる光ファイバであり、内側の層から外側の層に向かって屈折率が二次分布的に低くなることを特徴とするマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバである。

【0009】本発明においては、上記光ファイバの多層構造の外側にさらに屈折率の低い透明樹脂を被覆しており、その屈折率の低下の程度が、内側の二次分布的低下よりも大きいマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバも提供するものである。

【0010】本発明の第2は、屈折率が異なる5種類以上のポリメチルメタクリレート系重合体を、それぞれ連続重合法により重合せしめ、各重合体の揮発成分を除去した後、熔融状態のまま多層複合紡糸ダイに供給し、内側の層から外側の層に向かって屈折率が二次分布的に低くなるように成形紡糸することを特徴とするマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバの製造方法である。

【0011】即ち本発明は、屈折率の異なる樹脂を同心円状に多層積層することによりファイバ内に階段状の屈折率勾配を形成してGI型に擬似的なマルチステップインデックス型のプラスチック光ファイバとすることにより、多層複合紡糸ダイによる連続製造を実現したものである。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明においては、屈折率の異なる

る樹脂を積層するため、ファイバ内に階段状に屈折率勾配が形成される。屈折率分布を形成した効果は、該勾配が5段階、即ち5種類以上の樹脂を積層することにより得られる。樹脂の種類を無限に増やせば該勾配は滑らかになり、従来のG1型のファイバと同様の効果が得られるが、積層する樹脂の数を増やすと設備費が増加するため、必要以上に樹脂数を増やすことは好ましくなく、好ましくは20層が上限である。

【0013】本発明において用いられるポリメチルメタクリレート（PMMA）系重合体とは、メチルメタクリレート（PMMA）の単独重合体及びメチルメタクリレートとモノマー主成分とする共重合体であり、メチルメタクリレートの単独重合体を標準にして、メチルメタクリレートと共重合体可能なアクリレート又はメタクリレートとの共重合体を適宜選定することにより、屈折率の異なる重合体を得ることができる。例えば、屈折率の高い重合体を得るには、ベンジル（メタ）アクリレート、フェニール（メタ）アクリレートのようにフェニール構造のあるもの、或いはシクロヘキシル（メタ）アクリレートのようなコモノマーを用いれば良く、屈折率の低い重合体を得るには、炭素数1～8のアルキルアクリレートやフルオロアルキル（メタ）アクリレートのようなコモノマーを用いれば良い。その他、メチルメタクリレートとスチレン或いはアクリロニトリルなどとの共重合体を用いることもできる。

【0014】上記重合体は、連続重合法により重合されることが必要である。これは、プラスチック光ファイバの伝送損失が大きくなる原因である、異物や酸素の混入による重合体の着色を防止するためである。ここで、連続重合法とは、連続塊状重合法、連続溶液重合法のことを意味し、原料モノマーと重合開始剤と連鎖移動剤の仕込みから重合反応を連続して行うものである。その後の工程としては、引き続き未反応モノマーや溶剤などの揮発成分を連続的に除去する脱揮押出機などの脱揮装置を経由して重合体のみを分離し、固形化することなく溶融状態のまま、引き続きギヤポンプなどの定量性のある搬送装置で多層複合紡糸ダイに供給する。この工程により、重合体は異物の混入を防ぎ、空気に触れさせることなく、最低の熱履歴のみで光学的に優れた重合体をファイバに形成することができる。連続重合法の中でも特に好ましい工程は、完全混合の重合反応器を1段で行うもので、これは、微分的な組成の重合体ができるので透明性に優れており好ましい。

【0015】上記のようにして重合したPMMA系重合体の好ましいメルトフローインデックスはオリフィスの直径2mm、長さ8mmで、230℃、3.8Kgの荷重にて0.2～60g/10分の範囲のものであり、特に好ましくは1.0～40g/10分のものである。

【0016】本発明に用いられるPMMA系重合体は、その屈折率が、ファイバの内側の層から外側の層に向か

って屈折率が二次分布的に低くなるように、段階的に異なる。この屈折率の差の目安は、ファイバの中心部と最外層において、ナトリウムD線に対する屈折率 $n_d 20^\circ\text{C}$ において、0.01以上である。各重合体層のファイバ軸径方向の層厚は均一でも不均一でも構わない。

【0017】具体的に重合体の組み合わせとしては、例えば、中心部にメチルメタクリレートの単独重合体を用い、外層にメチルメタクリレートとフルオロアルキルメタクリレートの共重合体を用いた組み合わせや、最外層にメチルメタクリレート単独重合体を用い、中心部にメチルメタクリレートとベンジルメタクリレート或いはスチレンとの共重合体を用いた組み合わせなどが好ましい。

【0018】本発明においては、各重合体層に応じて設計された重合体を、所定の層の断面積分にに応じて多層複合紡糸ダイに供給される。図2に9層構造の多層複合紡糸ダイの縦断面図（a）と横断面図（b）を示す。図2に示すように、多層複合紡糸ダイは層の数に応じたダイプレートがあり、そのプレートに対応する層の樹脂をガイドするパイプが同心円状に配置されてあるのが好ましい。図中H1～H9は樹脂受入口、10はガイドパイプである。多層構造化された樹脂は引き落としを行い、延伸して直径0.25～2.0mm程度のファイバに成形される。

【0019】さらに本発明においては、前記した光ファイバの外側に、透明鞘樹脂を被覆することにより、曲げによる光量ロスを低減することができる。

【0020】本発明において用いられる透明鞘樹脂としては、屈折率が内側の多層構造における二次分布の屈折率よりも低い屈折率を有するものである。このような光ファイバは、前記した多層複合紡糸ダイさらに1層を追加して、内側の多層構造と同時に一気に製造しても良いし、また、内側の多層構造のみを前記の多層複合紡糸ダイにて製造した後、クロスヘッドダイやコーティング法などにより鞘樹脂を被覆しても良い。

【0021】本発明にかかる透明鞘樹脂としては、ステップインデックスのNAが0.4～0.6程度の現在商品化されているプラスチック光ファイバに使用されている鞘樹脂で、屈折率が1.3～1.44程度のものが使用でき、例えばビニリデンフロライドとテトラフロロエチレン共重合体、ビニリデンフロライドとヘキサフロロプロペン共重合体、フルオロアルキルメタクリレート共重合体などが挙げられるがこれに限定されるものではない。また、鞘樹脂層の厚さは3μm以上あれば良く、通常5～50μmである。

【0022】

【実施例】

【実施例1】図2に示した多層複合紡糸ダイを用いて9層構造のマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバを製造した。

【0023】精製された原料モノマーとして、メチルメタクリレート、ベンジルメタクリレートを用い、アゾビス-tert-オクタン、ブチルメルカプタンを用いて重合体を得た。重合装置は9系列からなる1段の完全混合重合反応器と引き続き脱揮押出機とギヤポンプからなる。それぞれの重合体供給系列からメチルメタクリレートとベンジルメタクリレートの共重合比率を調節した重合体を得て、多層複合紡糸ダイの供給口に供給した。各重合体の組成と屈折率、及び供給量は表1に示す通りである。また、屈折率分布を図1に示す。重合体のメルト
10 フローインデックスは230℃で2～5g/10分の範*

	重合体の構成単位組成メチルメタクリレート/ベンジルメタクリレート (重量%/重量%)	屈折率 nd	供給量 (cc/hr)
内層	80/20	1.507	15
2層	81/19	1.507 *	53
3層	82/18	1.506	90
4層	83/17	1.505	129
5層	86/14	1.503	167
6層	88/12	1.501	205
7層	91/19	1.499	243
8層	95/15	1.496	282
9層	100/0	1.492	319

(* : 1.5067を四捨五入。内層との有意差有り。)

【0026】【実施例2】実施例1で製造したマルチステップインデックス型プラスチック光ファイバの外側に、クロスヘッドダイを介して鞘樹脂を被覆した。該鞘樹脂としては、屈折率が1.403のビニリデンフロ
30 ライド80モル%とテトラフロロエチレン20モル%の共重合体を用いた。本実施例の光ファイバの屈折率分布を図3に示す。

【0027】上記鞘樹脂の被覆層の厚みは20μmで、最終的な光ファイバの直径は1.04mmであった。この光ファイバに黒色ポリエチレンで被覆を行い、ケーブルを得、伝送損失を測定したところ、650nmにて200dB/kmであった。このケーブルの曲げによる光
40 量ロス半径20mmの棒に1回巻きつけた時に0.5

* 囲であった。工程中の重合体の温度は220℃に保ち、多層複合紡糸ダイの出口から排出されたストランドを引き伸ばし、延伸処理を行い、直径1.0mmのプラスチック光ファイバを得た。

【0024】上記プラスチック光ファイバに黒色ポリエチレンを被覆し、ケーブルを得、伝送損失を測定したところ、650nmにて200dB/kmであり、また、伝送帯域は1GHz・50m以上が認められた。

【0025】

【表1】

dBと十分小さいことが確認された。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ファイバ内に屈折率分布を有し、伝送帯域の広いプラスチック光ファイバを連続的に製造することが可能なため、該ファイバの経済的な量産が可能となった。

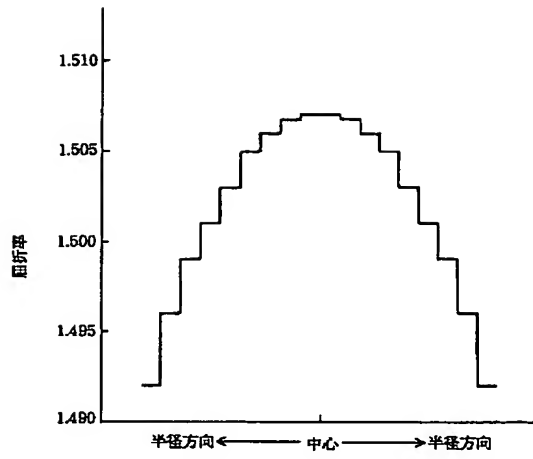
【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1で製造したファイバ内の屈折率分布を示す図である。

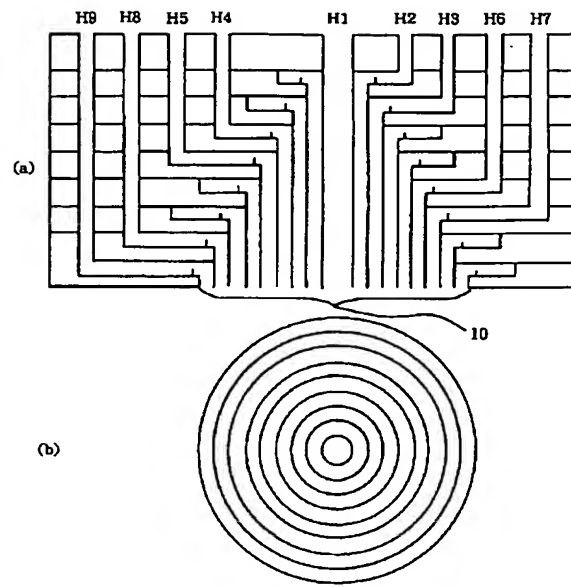
【図2】本発明で用い得る多層複合紡糸ダイの断面図である。

【図3】実施例2で製造したファイバ内の屈折率分布を示す図である。

【図1】



【図2】



【図3】

